

PAT-NO: JP410239669A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10239669 A  
TITLE: REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL  
DISPLAY DEVICE  
PUBN-DATE: September 11, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
MITSUI, SEIICHI  
OKAMOTO, MASAYUKI  
UEKI, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SHARP CORP N/A

APPL-NO: JP09041795  
APPL-DATE: February 26, 1997

INT-CL (IPC): G02F001/1333, G02F001/1335 , G02F001/137

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate reflection and parallax and coloration and to obtain a wide field angle and sufficient lightness by making linearly polarized light incident for light display, and obtaining scattered light on a projection surface by passing the same polarized component with the incident light.

SOLUTION: When no voltage is applied, liquid crystal 14 and a liquid crystal high polymer 15 which has set are nearly equal in refractive index to ordinary

light and extraordinary light. Consequently, a light transmission state with set retardation is entered and there is no scatter. At this time, the same operation with only normal liquid crystal is obtained and circularly polarized light is obtained. When a voltage is applied, only the liquid crystal is oriented at right angles to electrodes 10 and 7, so the refractive index of the liquid crystal becomes nearly equal to the ordinary light refractive index, the refractive index difference from the liquid crystal polymer increases, and the display element enters unscattered light (linearly polarized component) and scattered state, so that the scattered light is held in a polarized state. Therefore, the majority of unscattered light and scattered light can pass through the polarizing element 4, so that the display state of this device will be a light state.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-239669

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1333  
1/1335  
1/137

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1333  
1/1335  
1/137

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平9-41795

(22)出願日

平成9年(1997)2月26日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 三ツ井 精一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 岡本 正之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

(72)発明者 植木 嶽

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内

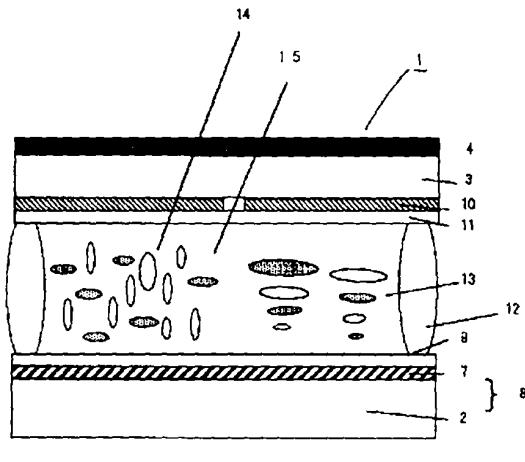
(74)代理人 弁理士 梅田 勝

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 電圧の印加により吸収状態と散乱状態を制御できる新しい液晶表示モードを用いることにより、視差がなく、高精彩で表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶素子の光の入射側に配置された少なくとも1枚の偏光板と、透明電極を形成した絶縁性基板と、当該一方表面に光反射面が形成された光反射部材と、当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子と液晶性高分子が共に同じ角度にツイスト配向された液晶層とを具備し、暗表示には直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となり、明表示には直線偏光した入射光が入り、出射面では入射光と同じ偏光成分のみ通過した散乱光となることを特徴とする。



明状態 (A)  
電圧印加時

暗状態 (B)  
電圧無印加時

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶素子の光の入射側に配置された少なくとも1枚の偏光板と、透明電極を形成した絶縁性基板と、当該一方表面に光反射面が形成された光反射部材と、当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子と液晶性高分子が共に同じ角度にツイスト配向された液晶層とを具備し、暗表示には直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏波面が回転した直線偏光となり、明表示には直線偏光した入射光が入り、出射面では入射光と同じ偏光成分のみ通過した散乱光となることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶層の液晶分子と液晶性高分子のそれぞれの異常光屈折率と常光屈折率がほぼ同じであることを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記光反射部材の光反射面の表面が滑らかな凹凸を有するかもしくはフラットな鏡面性を示すことを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記光反射部材の光反射面を形成する光反射膜が、前記液晶層側に配置されることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記光反射面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に向むける電極面も兼ねることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記偏光板の透過軸と入射側の液晶分子の配向方法とのなす角度をほぼ90度またはほぼ平行に配置することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記偏光板の透過軸と上下基板の間で前記ツイストした液晶層のほぼ1/2の位置の液晶分子とのなす角度を±15°以内に配置することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記偏光子と液晶素子との間に少なくとも1枚の光学位相補償部材が配設されることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記光学位相補償部材が、高分子延伸フィルムもしくはJ-Vキュアブル液晶性高分子であることを特徴とする請求項8記載の反射型液晶表示装置。

【請求項10】 前記光反射部材の反射面の上、もしくは前記絶縁性基板上に光吸收型カラーフィルタ層を形成したことを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項11】 前記光反射部材上の反射面の代わりに、有機あるいは無機の反射型カラーフィルタ層を形成し、その背面に吸収層を形成した特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直視式のバックライトを用いない反射型液晶表示装置に関し、さらに詳しくはワードプロセッサやいわゆるノート型パソコンコンピュータなどのオフィスオートメーション機器や、各種映像機器およびゲーム機器など適用される反射型液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】液晶表示装置の中でも、特に、外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置は、光源となるバックライトが不要であるため更に消費電力が低く、かつ薄型、軽量化が可能となることで注目されている。

【0003】そこで、従来よりのTN方式あるいはSTN方式の液晶表示素子を反射型液晶表示装置に適用すると、液晶表示素子を一对の偏光板で挟む構成にし、その外側に反射板を設置する必要がある。このため、液晶表示素子に用いられるガラス基板の厚さのために、使用者がガラス基板を見る角度、すなわちガラス基板の法線方向と前記使用者が液晶表示素子を見る方向とのなす角度によって視差が生じ、表示が二重に認識されるという問題点がある。

【0004】また、カラー化に関しては、従来より液晶セル内部の表示1画素毎に例えば、3ドット（赤、緑、青）のマイクロカラーフィルタを設け、加法混合によりマルチカラー表示やフルカラー表示が行われる。しかし、上記液晶表示モードは偏光板を2枚用いるので、非常に暗く、さらに上記視差の発生により加法混色が良好に行われないため、反射型カラー表示装置には適用されなかった。

【0005】そこで、近年、偏光板1枚と反射板1枚を組み合わせた液晶表示素子が開発され、例えば、ツイスト配列させた液晶層を微細な凹凸を形成した反射板（セル内面に配置）と偏光板の間に配置した直視型の反射型液晶表示素子が特開平3-223715号公報に開示されている。図16は、前記公報記載の反射型液晶表示装置1の構成を示す断面図である。反射型液晶表示装置100は、透光性基板101、102と、ツイストした液晶層103と、透明電極108、凹凸反射電極105と、配向膜106、107により構成される。例えば、ガラスから成る透光性基板101、102間にには、誘電率異方性が正であるツイスト液晶層103が介在される。透光性基板101、102に形成された透明電極108および凹凸反射電極105上には、配向膜106、107がそれぞれ形成されている。この配向膜の表面は、液晶層103の液晶分子が基板に対して平行に配向するように、たとえばラビング処理などの配向処理が施されている。このとき、電圧無印加状態で、液晶のツイスト角は、-1度として63度に設定される。

【0006】表示原理を図17を用いて説明する。明状態の場合、透光性基板101側から偏光板104通過し

た直線偏光がツイストした液晶層に入射する。この直線偏光はツイスト液晶層を通過して直線偏光に変換され、反射板10うで散乱反射され、そのまま直線偏光となる。統いて、ツイストした液晶層を通過することによって偏波面が入射時と同一の方向の直線偏光となり、偏光板をそのまま出射し、明表示が可能となる。

【0007】一方、電圧印加状態において液晶層はツイスト配向を解き、電界方向に沿って配向する。透光性基板101側から偏光板を通過した直線偏光が液晶層に入射する。入射した直線偏光は、液晶層103を通過し、右回り円偏光となり、反射板105で左回り円偏光となり散乱反射し、再び液晶層103に入射する。ここで、左回り円偏光が入射時と90度変換した直線偏光になり、偏光板104で吸収され、暗表示が可能となる。この構成では、偏光板を2枚用いる構成に比べて視差が無くなり、反射率が高くなる。

【0008】さらに、一方、光の入射側から、1枚の偏光板、1/4波長板、高分子分散型液晶、鏡面反射板の順に構成される反射型液晶表示装置が、特開平7-28054号公報に開示されている。この反射型液晶表示装置は、透光性基板の一方の面に形成された透光性電極と、基板の一方の面に形成された反射電極とで、高分子分散液晶層を挟持すると共に、透光性基板の他方の面側に、1/4波長板及び偏光子を順に積層状態に配してなるものである。高分子分散液晶層の液晶は、電圧無印加時にはランダム配向され、この中を透過した光は偏光解消することとなり表示状態は、明状態となる。一方、電圧印加時において液晶は透光性電極と反射電極に対して垂直に配向するために、垂直入射光に対して複屈折効果は生ずることがなく、そのため、外部から入射して再び外部へ出射される光は、1/4波長板を2回通過するので、実質1/2波長分の位相変化を生ずることとなり、偏光面が90度回転する結果、出射時、偏光子において吸収されて表示状態は暗表示となるものである。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平3-223715号公報記載の反射型液晶表示素子では、液晶素子の透過状態と吸収状態を電圧で制御して表示を行うため、白色表示には、液晶層の背面に散乱反射膜を欠くことはできない。つまり、散乱反射板の性能が表示品位を決定する。例えば、上記表示原理に用いる反射板が入射光の偏光性を保持しない場合には、前述したような右回りの円偏光から左回りの円偏光への変換、またはこの逆の変換が効率的に行われなくなり、暗表示の際に、光が漏れコントラストが低下する原因となる。

【0010】また、偏光性を保持する反射部材としては平坦な鏡面反射部材があるが、これは外部の物体がそのまま表面に映るため、明状態の時に周囲の情報が表示に映り込み視認性が著しく低下するという問題が生じるため、反射板には光拡散性を有することが望ましい。

【0011】そこで、このような光拡散性を保ちながら偏光性を制御できる反射板として、滑らかな感光性樹脂より成る凹凸部の上にアルミ膜を形成する方法が、特開平7-218906号公報に開示されている。この中でコントラスト4以上を達成するためには偏光性保持度が50%以上、さらに7以上を達成するためには偏光性保持度が70%以上必要であることが報告されている。偏光性保持度を高くするとコントラストは高くなるが視野角が狭くなり、表示が見にくくなる問題点を有し、一方、偏光性保持度を低くして、散乱性を大きくし、視野角を広くするとコントラストが極端に低下するという問題点があった。即ち、完全な偏光性の保持と拡散性を両立した特性を兼ね備える反射板を得ることはできず、コントラストの高い、見易い白黒表示は実現出来なかつた。

【0012】また、特開平7-28054号公報の反射型表示装置では、散乱の無い暗状態が実現される。しかしながら、明状態の時には、偏光板で入射光の1/2が吸収され、高分子分散層でランダムな偏光解消状態となるため、出射時に偏光板でさらに1/2となり、結局、明るさが1/4以下となって、暗くなるという欠点があった。

【0013】そこで、本発明はかかる課題を解決するために、電圧の印加により吸収状態と散乱状態を制御できる全く新しい液晶表示モードにより、視差がなく、高精細で表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明のうち請求項1記載の反射型液晶表示装置は、液晶素子の光の入射側に配置された少なくとも1枚の偏光板と、透明電極を形成した絶縁性基板と、当該一方表面に光反射面が形成された光反射部材と、当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子と液晶性高分子が共に同じ角度にツイスト配向された液晶層とを具備し、暗表示には直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となり、明表示には直線偏光した入射光が入り、出射面では入射光と同じ偏光成分のみ通過した散乱光となることを特徴とする。

【0015】そして、前記液晶層の液晶分子と液晶性高分子の屈折率において、本発明の請求項2に記載のように、それぞれの異常光屈折率と常光屈折率がほぼ同じであることを特徴とする。

【0016】また、光反射部材の光反射面の表面は、例えば、本発明の請求項3に記載のように、滑らかな凹凸を有するかもしくはフラットな鏡面性を示すことが好ましく、光反射部材の光反射面を形成する光反射膜の配置においては、本発明の請求項4に記載のように、前記液晶層側に配置されることを特徴とする。そして、光反射

面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極面も兼ねても良い。

【0017】さらに、偏光板や液晶分子の配置については、請求項6に記載のように、偏光板の透過軸と入射側の液晶分子の配向方法とのなす角度をほぼ90度またはほぼ平行に配置することを特徴とし、より好ましくは偏光板の透過軸と入射側の液晶分子の配向方法とのなす角度を7うから10う度に、または16うから19う度に配置するすることを特徴とする。また、請求項7に記載のように、偏光板の透過軸と上下基板の間で前記ツイストした液晶層のほぼ1/2の位置の液晶分子とのなす角度を±1う。以内に配置することを特徴とする。

【0018】さらに、請求項8記載の発明は、請求項1記載の構成に加え、偏光子と液晶素子との間に少なくとも1枚の光学位相補償部材が配設されることを特徴とする。このように構成することにより、短波長側および長波長側の反射をより小さくすることができる。そして、その光学位相補償部材は、請求項9に記載のように、高分子延伸フィルムもしくはUVキュアラブル液晶性高分子であることを特徴とする。

【0019】また、反射型液晶表示装置のカラー化に対しては、例えば、請求項10に記載のように、前記光反射部材の反射面の上、もしくは前記絶縁性基板上に光吸収型カラーフィルタ層を形成しても、請求項11に記載のように、前記光反射部材上の反射面の代わりに、有機あるいは無機の反射型カラーフィルタ層を形成し、その背面に吸収層を形成するように構成しても良い。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。

<実施形態1>図1は本発明にかかる第1の実施形態の反射型液晶表示装置1の断面図である。液晶表示装置1は、一対の透明なガラス基板2、3を備え、ガラス基板2上にはアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属材料からなる反射金属膜7が形成され、光反射部材である反射板8を構成する。反射膜7の上には、液晶層を配向させる配向膜9が形成される。

【0021】前記ガラス基板2と対向するガラス基板3の表面には、ITO(インジウムスズ酸化物)などからなる透明電極10が形成される。反射金属膜7と透明電極10とで液晶層13を電界が印加される。透明電極10が形成されたガラス基板3を被覆して配向膜11が形成され、相互に対向するガラス基板2、3の周縁部は後述するシール材12で封止される。配向膜9、11間は、液晶層13が63度ツイスト配向となるようにラビング処理されている。液晶層13は液晶14と液晶性高分子15から構成される。前記ガラス基板3の液晶層13と反対側には、単体透過率48%の偏光板4を配置する。

【0022】図2は、反射型液晶表示装置1を作成する

手順を示す工程図である。工程1では、基板2の表面上に反射膜7を形成する。反射電極7は、例えば、Al、Ag等の高反射率で低抵抗な金属部材をスパッタリング法や蒸着法により成膜するが、偏光解消性を有しないようするために、成膜温度、成膜速度等を制御して、その表面が鏡面に形成されたものであることが必要である。また、その膜厚は十分な反射率で且つ低抵抗となる範囲に設定される必要があり、0.5乃至2μm程度が好適である。本実施形態の場合、反射膜が液晶に電界を印加する電極と入射光を反射する反射膜としての両方の機能を持つ。

【0023】工程2では、前記反射膜7上にポリイミド樹脂から成る配向膜9を形成し、ラビング処理する。基板2上に、ポリイミド樹脂膜を印刷法にて形成し、200°Cで1時間焼成する。例えば、液晶を基板に平行に配向させるSE150(日産化学社製)を用い、これにより配向膜9が形成される。この後、液晶層を配向させるためのラビング処理を行う。

【0024】工程3では、基板3の表面に透明電極10を形成する。本実施形態ではITO(インジウムスズ酸化物)などからなる透明電極10をスパッタリング法により形成する。工程4では、前記透明電極10上に配向膜11を形成する。配向膜11は、前記工程2と同様にして形成する。上下基板2と3の間で、例えば63度ツイスト配向させるようにラビング処理方向を定める。工程5では、基板2と基板3とを貼合わせる。基板2と基板3とを組み合わせるに際して、基板2、3間に直径1.5μmのスペーサを散布し、液晶層の層厚の規制を行う。前記液晶層13は、ガラス基板2、3を対向して、前記シール材12で貼り合わせる。

【0025】工程6では、貼り合わせたセルを真空脱気することにより、液晶層13を封入する。封入後、紫外線を照射し、液晶層13を作製した。液晶層13には、例えば、誘電異方性△εが正であるネマティック液晶14として、メルク社製(商品名ZLI1565)を用いた。これに混合する液晶性高分子材料15としては、重合する前のUVキュアラブル液晶を用いた。このUVキュアラブル液晶は常温で液晶層を示し、通常の液晶材料と同じく配向し、紫外線を照射することで液晶分子の配列を保持したまま重合硬化し、液晶性高分子となる。以下、UV照射前がUVキュアラブル液晶、UV照射後を液晶性高分子と称す。液晶14とUVキュアラブル液晶を重量比8.5:1.5で混合し、工程5にて作製したセル厚1.5ミクロンのセルに真空注入し、強度10mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を300秒照射し、UVキュアラブル液晶のみ硬化させ、63度ツイストした液晶層13を作製した。ネマティック液晶のツイスト角は63度、液晶の複屈折と液晶層厚の積(μm単位、以下△ndと略する)は0.205である。液晶とUVキュアラブル液晶の異常光屈折率と常光屈折率はほとんど同じものを選

択している。ただし、作製条件によっては、異なる屈折率を用いてもほぼ同様な効果が発揮されることを確認している。

【0026】工程7では、基板3の光入射面に偏光板4を貼りつけ、反射型液晶表示装置31を作製した。上記工程により作製された液晶表示装置における偏光板、光学位相補償フィルム、液晶層の光学的構成を図3に示すように規定する。なお、図3は反射型液晶表示装置1を図1の上方から観察した図である。すなわち、液晶層13における上部基板3側の液晶分子の配向方向をR1とし、偏光板の偏光軸(透過軸)の軸方向P0が、前記配向方向R1に対して反時計回りに成る角度をβとする。また、配向方向R1(矢印の方向がラビング方向)と反射面7側の液晶分子の配向方向R2(矢印の方向がラビング方向)とのねじれ角を、反時計回りを正としてのとする。本実施形態ではβを0度、θを63度に設定している。

【0027】次に、動作回路について、図4を用いて説明する。前記反射金属膜7および透明電極10には、それぞれ走査回路16およびデータ回路17の一方が接続される。走査回路16およびデータ回路17は、マイクロプロセッサなどの制御回路18の制御により、表示内容に対応する表示データに基づいて、液晶表示装置の反射金属膜7および透明電極10を走査し表示を実現する。

【0028】図5は、本実施形態の液晶表示装置1の電圧/反射率特性を示すグラフであり、図6にはその測定光学系を示す。液晶表示装置1の法線方向に関して角度30度だけ傾斜した方向から、入射した光に対する前記法線方向の反射率を測定した。なお、この測定における反射率とコントラスト比を決定するための基準となる部材として、酸化マグネシウムMgOの標準白色板を用いた。図5には比較のために、偏光板4が無い場合の特性をも併記する。

【0029】図5によれば、電圧を印加した場合、液晶表示装置1の法線方向に関して角度30度だけ傾斜した方向から入射した光に対する前記法線方向の反射率は最大170%であり、最大コントラスト比は30であった。一方、偏光板の無い時の明るさは28%であり、偏光板がある時には170%を示す。この結果は、液晶層13は入射側ラビング配向方向に平行に偏光入射した場合に散乱し、さらに偏波面をある程度保持していることを示している。即ち、単純に偏光板を配置するだけで1/2以下にはならず、明るい表示を実現できることが明白である。

【0030】上記結果により、その散乱の模式図を図7に示す。図7(a)に示す電圧無印加状態では、液晶14と硬化した液晶性高分子15の常光及び異常光屈折率がそれぞれ同程度になっているので、設定のリターデーションを持った光透過状態となり、散乱は見られない。

この場合には、通常の液晶のみと同様な作用をし、後述するように円偏光となる。

【0031】一方、図7(b)に示す電圧印加時、液晶のみは電極10、7に対して垂直に配向されるために、液晶の屈折率は常光屈折率に近い値となって、液晶性高分子との屈折率差が大きくなり表示素子は非散乱光(直線偏光成分)と散乱状態となり、その散乱光は偏光保持することとなり、そのため、非散乱光と散乱光のほとんどの光は偏光板4を通過でき、本装置の表示状態はいわゆる明状態となる。この明状態においては、液晶層13は白色散乱状態であるので、反射電極7が鏡面ミラーであっても、周囲からのいわゆる映り込みが生じる可能性は小さく、いわゆる視認性を低下させることが殆どなくなる。この非散乱光と散乱光の割合は、液晶とUVキュアブル液晶の混合比あるいは両者の屈折率差により制御が可能である。

【0032】そこで、図7の散乱モデルにより構成される液晶表示装置1の動作原理を図8により説明する。電圧無印加時(図8(a))、偏光により直線偏光となつた入射光は、入射側の液晶分子のダイレクターに沿って入射するように角度が設定されている。つまり、透光性基板2側から偏光板4を通過した直線偏光が上下の基板間で63度ツイストした液晶層13に入射する。この直線偏光は63度ツイスト液晶層を通過することによって、反射膜7では円偏光に変換され、さらに反射されることによって逆回りの円偏光となる。続いて、再び63度ツイストした液晶層を通過することによって、偏波面が90度変換した直線偏光となり、偏光板4によって吸収される。このため、反射型液晶表示装置1の表示は散乱のない黒色表示となる。また、反射面には鏡面ミラーを用いているのでほぼ完全に偏光は保持し、良好な散乱の無い黒状態を示す。

【0033】このような偏光の変化を生じるのは限られた条件の基であり、これについてはJAPAN DIS PAY89 P. 192に詳しく報告されている。この液晶層に求められる光学的な性質は、直線偏光の入射に対し、通過後円偏光となること、反射面で位相が180度シフトし、液晶層を再び通過した時に90度偏波面が回転していることの2つである。本発明者らは、鋭意検討した結果、液晶とUVキュアブル液晶マトリックスの混合系で上記条件を満たすことを確認した。即ち、UVキュアブル液晶は液晶と同じ角度でツイスト配向を保持したまま、UV照射により高分子液晶となる。のことにより、散乱が無い良好な黒状態を示す。

【0034】一方、電圧印加時、液晶のみは電極10、7に対して垂直に配向されるために、液晶の屈折率は常光屈折率に近い値となって、UVキュアブル液晶との屈折率差が大きくなり、表示素子は非散乱光(直線偏光成分)と散乱状態となり、その散乱光は偏光保持することとなる。そのため、非散乱光と散乱光のほとんどの光

は偏光子4を通過でき、本装置の表示状態はいわゆる明状態となる。一方、硬化した液晶性高分子は電圧に応答しない。この明状態においては、液晶層13は白色散乱状態であるので、反射電極7が鏡面ミラーであっても、周囲からのいわゆる映り込みが生じる可能性は小さく、いわゆる視認性を低下させることが殆どないようになっている。この非散乱光と散乱光の割合は、液晶とUVキュアラブル液晶の混合比あるいは両者の屈折率差により制御が可能である。即ち、本発明者らは従来の散乱反射膜の散乱する機能を液晶層に持たせることに成功し、さらに散乱性を電圧により制御することができた。

【0035】<実施形態2>図9は本発明の第2の実施形態の反射型液晶表示装置41の断面図である。反射型液晶表示装置41は、第1の実施形態である反射型液晶表示装置1とほぼ同様の構成であるが、基板2になめらかな凹凸部を具備することを特徴とする。液晶表示装置41は、一对の透明なガラス基板2、3を備え、ガラス基板2上には後述する合成樹脂材料からなる大突起42および小突起43がそれぞれ多数形成される。大突起42および小突起43の底部直径D1、D2は、それぞれ例えば5μmおよび3μmに定め、D1とD2との間隔は、少なくとも2μm以上とする。

【0036】これらの突起42、43を被覆し、突起42、43の間の凹所を埋めて平滑化膜44が形成される。平滑化膜44の表面は、突起42、43の影響を受け、滑らかな曲面状に形成される。平滑化膜44上にはアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属材料からなる反射金属膜7を形成する。これらガラス基板2に突起42と43、平滑化膜44および反射金属膜7が、光反射部材である反射板45を構成する。前記反射金属膜7上には、配向膜9を形成する。

【0037】前記ガラス基板2と対向するガラス基板3の表面には、ITO(インジウムスズ酸化物)などからなる透明電極10を形成し、反射金属膜7と透明電極10とで電極構造を形成する。透明電極10が形成されたガラス基板3を被覆して配向膜11を形成し、相互に対向するガラス基板2、3の周縁部は後述するシール材12で封止する。配向膜9、11間には、実施形態1と同じ構成の液晶層13を封入する。前記ガラス基板3の液晶層13と反対側には、単体透過率48%の偏光板4を配置する。

【0038】図10は図9に示す反射板45の製造工程を説明する断面図である。図10(a)に示すように、ガラス基板(コーニング社製、商品名7059)2上に、感光性樹脂材料(例えば東京応化社製、商品名OPR-800など)を、500rpm～3000rpmでスピンドルコートし、レジスト層21を形成する。本実施形態では、好適には2500rpmで30秒間スピンドルコートし、厚さ1.5μmのレジスト膜21を成膜した。

【0039】次に、レジスト膜21が成膜されたガラス

基板2を90℃で30分間焼成し、図10(b)に示すように、後述する大小2種類の円形のパターンが多数形成されたフォトマスク22を配置して露光し、現像液(例えば、東京応化社製、商品名NMD-3の2.38%溶液)で現像を行い、図10(c)に示すようにガラス基板2の表面に、高さの異なる大突起部42および小突起部43を形成した。このように、高さの異なる2種類以上の突起を形成するのは、突起の頂上と谷とで反射した光の干渉による反射光の色付きを防ぐためである。

10 前記フォトマスク22は、直径D1(例えば9μm)と、直径D2(例えば3μm)の円がランダムに配置された構成であり、D1とD2との間隔は少なくとも2μm以上であるように選択する。

【0040】次に、図10(c)に示すガラス基板2を200℃で1時間加熱し、図10(d)に示すように突起42と43の頂部を若干程度溶融して円弧状に形成した。さらに、図10(e)に示すように、図10(d)に示すガラス基板2上に、前記感光性樹脂材料と同一の材料を1000rpm～3000rpmでスピンドルコートする。本実施形態では、2000rpmでスピンドルコートを行った。これにより、各突起42と43の間の凹所が埋められ、形成された平滑化膜44の表面を比較的緩やかかつ滑らかな曲面状に形成することができた。

【0041】さらに、図10(f)に示すように、平滑化膜44の表面にアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属薄膜を、例えば0.01～1.0μm程度の膜厚で形成する。本実施形態ではアルミニウムをスパッタリングして、反射金属膜7を形成する。以上のようにして反射部材45を形成する。

【0042】図10に示す工程により作製された反射部材を用いて、次に、液晶素子を作製する。前記各ガラス基板2、3上に、ポリイミド樹脂膜を形成し、200℃で1時間焼成する。この後、液晶層13を配向させるためのラビング処理を行う。これにより配向膜9、11を形成する。これらのガラス基板2、3間に封止するシール材12は、例えば、直径2.0μmのスペーサを混入した接着性シール材をスクリーン印刷することによって形成する。反射部材を有するガラス基板2と透明電極10および配向膜11が形成されたガラス基板3とを組み合わせる際に、ガラス基板2、3間に直径1.5μmのスペーサを散布し、液晶層の層厚の規制を行う。前記液晶層13に実施形態1と同じ構成の材料を適用した。その後、紫外線照射を行い、液晶と液晶性高分子の相分離を行う。以上のようにして、図9に示す液晶表示装置41を作製した。

【0043】本実施形態により作製された液晶表示素子に対して、電圧を印加した場合、液晶表示装置1の法線方向に関して角度30度だけ傾斜した方向から入射した光に対する前記法線方向の反射率は最大120%であり、最大コントラスト比は20であった。このときの反

## 1.1

射率とコントラスト比を決定するための基準部材として酸化マグネシウムMgOの標準白色板を用いた。実施形態1と液晶層13の動作原理は同じである。本実施形態の場合、反射膜の散乱性に加えて、液晶層の散乱も明るい表示に寄与するため、凹凸の高さを0.5ミクロン以下と従来の反射板よりも高さを小さくできるメリットがある。実施形態1と比較すると明るさとコントラストは低くなるものの、視野角が広くなるメリットがある。

【0044】本実施形態の反射型液晶表示装置41では、反射板45の反射金属膜7を形成した面が液晶層13側に配置されているので、液晶表示装置41を観測する場合の視差が解消され、良好な表示画面が得られる。さらに液晶表示装置41がアクティブラチックス駆動される構成の場合に、スイッチング素子として用いられる薄膜トランジスタやMIM（金属-絶縁膜-金属）構造の非線形素子などに接続される絵素電極として用いられる場合も、前述したように良好な表示品位が実現できることを確認した。

【0045】また、本実施形態におけるガラス基板2に代えて、他にシリコン基板のような不透明基板でも同様な効果が発揮できることを確認した。このようなシリコン基板を前述の実施形態におけるガラス基板2として用いる場合には、前述した走査回路16、データ回路17、制御回路18などの回路素子を、シリコン基板上に集積化して形成できる利点を有する。

【0046】＜実施形態3＞次に、ガラス基板2、3の間で193度ツイストしたネマティック液晶（例としてチッソ株式会社製、商品名SD-4107）を液晶層として用いた実施形態について説明する。他の構成要素は図1に示す構成と同様である。基板2、3の表面にSE-150（日産化学社製）からなる上下配向膜9、11を形成し、ラビング配向処理を行う。両基板2、3間に左ねじれカイラル剤S-811（メルクジャパン社製）を適量添加した誘電異方性が正のネマティック液晶14である、商品名ZLI-1565（メルクジャパン社製）とUVキュアラブル液晶からなる液晶層を充填し層厚2μmの液晶層13として挟持し、液晶表示装置を作製した。液晶層13は電圧無印加時には左ねじれ193度ツイスト配向になる。

【0047】このようにして得た液晶表示素子を1/480デューティでマルチブレックス駆動したところ、ノーマリーブラックモードとなり、正面でコントラスト比が30対1が得られ、また、上下方向、左右方向ともに入射角20°以下にてコントラスト比が9対1以上と極めて広い視角依存性が得られた。前記構成による液晶表示装置では、電気光学特性が急峻性が増加し、単純マトリックス駆動が可能となった。実施形態1と同様に、本実施形態においても、散乱無しの暗状態と散乱状態の明状態が実現される。また、印加電圧が選択画素に該当する電圧にて反射率を測定したところ、13.2%と極めて

## 1.2

高い反射率であることがわかった。反射膜には、鏡面ミラーを用いているため、液晶層厚は均一で、単純マトリックス駆動に適している。

【0048】＜実施形態4＞さらに、ガラス基板2、3の間で45度ツイストしたネマティック液晶（例として商品名ZLI-1565、メルクジャパン社製）を液晶層として用いる実施形態4について説明する。ここで、セル厚を2.0μmにし、他の構成要素は図1に示す構成と同様である。基板2、3の表面にSE-150（日産化学社製）からなる上下配向膜9、11を形成し、ラビング配向処理を行う。両基板2、3間に左ねじれカイラル剤S-811（メルクジャパン社製）を適量添加した誘電異方性が正のネマティック液晶14である、商品名ZLI-1565（メルクジャパン社製）とUVキュアラブル液晶からなる液晶層を充填し層厚2μmの液晶層13として挟持し、液晶表示装置を作製した。液晶層13は電圧無印加時には左ねじれ45度ツイスト配向になる。本実施形態では、図3示す光学配置図において、βを22.5度、θを45度に設定した。

【0049】このようにして得た液晶表示素子を図6に示す光学系を用いて、面内α方向の明状態の反射率を測定した結果を図11に示す。ただし、αが0度方向を上方向のラビング軸R1と直交する方向に定め、電圧を10V印加した。偏光板を配置した時と偏光板無い時の2つの場合を示す。このようにねじれ角45のほぼ1/2にあたるαが22.5のところで明るさが最大になることが判る。また、単純に偏光板を配置するというだけでは、反射率は1/2以下にはならず、明るい表示を実現できることを見いたした。よって、この方向を観察者の位置とすることにより格段に明るい表示が可能となる。

【0050】この液晶表示装置を駆動したところ、ノーマリーブラック表示となり、正面でコントラスト比が30対1が得られた。実施形態1と同様な原理により、散乱無しの暗状態と散乱状態の明状態が実現された。

【0051】＜実施形態5＞次に、ガラス基板2、3の間で80度から95度ツイストしたネマティック液晶（例として商品名ZLI-1565、メルクジャパン社製）とUVキュアラブル液晶を液晶層として用い、偏光板と液晶層の間に光学補償板72を挿入した実施形態について説明する。その他の構成は実施形態1と同じである。

【0052】本実施形態の液晶表示装置71を図12に示す。透光性基板2、3間に左ねじれカイラル剤S-811（メルクジャパン社製）を適量添加した誘電異方性が正のネマティック液晶であるZLI-1565とUVキュアラブル液晶を85:15の重量比で混合し、液晶組成物を充填し層厚2μmとして挟持した。その後紫外線を照射し、液晶と液晶性ポリマーを相分離し、液晶層13を作製した。

【0053】ここで、例えば、液晶層13が左ねじれ8

13

0度ツイストおよび95度ツイストの場合について説明する。液晶層の作製方法は実施形態1と同じである。こうして得た駆動セルの上基板2上にポリカーボネイトを一定方向に延伸して延伸軸(遅相軸)とした位相差板7(  $R = 160 \text{ nm}$  及び  $150 \text{ nm}$  )を組み合わせて、液晶表示装置71を作製した。80度ツイストおよび95度ツイストの場合の液晶層の条件を、以下に示す。ここで、このように構成された液晶表示装置における偏光板、光学位相補償フィルム、液晶層の光学的構成を図13に示すように調整する。

【0054】

【表1】

A: 80度ツイスト	
液晶層の△nd	0.202 μm
光学位相差フィルムの△nd	0.160 μm
β	0度
γ	8度
B: 95度ツイスト	
液晶層の△nd	0.200 μm
光学位相差フィルムの△nd	0.150 μm
β	0度
γ	15度

【0055】図14は、反射型液晶表示装置71の電圧無印加時および電圧印加時の正面方向の分光特性を示すグラフであって、液晶層13が左ねじれ80度ツイストおよび95度ツイストの場合の結果を示す。このグラフより、光学補償フィルムを挿入することにより、短波長及び長波長側の反射が小さくなり、良好な明暗表示が実現できた。一方電圧印加時には実施形態1と同様な原理により良好な散乱性を示すことを確認している。

【0056】本実施形態では光学補償板72としてポリカーボネイト製の延伸フィルムを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、ポリビニルアルコール(PVA)あるいはポリメチルメタアクリレート(PMMA)などの延伸フィルムも使用することができる。さらに、厚さ方向に屈折率を変化させた二軸性フィルム、あるいは高分子液晶フィルムも本発明に適用可能である。

【0057】このようにして得た液晶表示素子をステイック駆動したところ、ノーマリーブラックモードとなり、正面でコントラスト比が30対1が得られた。本実施形態の反射型液晶表示装置71では、反射板の反射金属膜7を形成した面が液晶層13側に配置されているので、液晶表示装置71を観測する場合の視差が解消され、良好な表示画面が得られる。

【0058】また、本実施形態では、液晶層13に80

14

度ツイストおよび95度ツイストした液晶と光学位相差補償フィルムを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、どのようなツイスト角の液晶材料であっても、電界によりリターデーションを制御できる特性を有する液晶層であれば、本発明に適用可能である。

【0059】また、本実施形態におけるポリカーボネート位相差板72のかわりに、液晶分子をスプレイ状に配列させたネマティック補償用液晶セルを位相差板として用いても良い。ここで用いた補償用液晶セルはガラスの上下基板にSiOを斜方蒸着して配向膜としたもので、上下基板のプレチルト角はともに45°であり、上下基板のチルト方向(基板平面方向)は、上下で180°異なるさせており、ここに、液晶層として誘電異方性が正のネマティック液晶であるEL-2293(メルクジャパン社製)を挟持したものである。液晶層厚は約2.5μmである。また、この補償用液晶セルのセル法線方向に対するリターデーション値を干渉法を用いて測定したところ、160nmであった。また、この補償用液晶セル、液晶分子のチルト方位(基板平面方位)が図13における位相差板の遅延軸と等しい方向になるように配置した。また、液晶性高分子をツイスト配向させたフィルムも本発明に適用可能である。

【0060】<実施形態6>次に、図15の反射型液晶表示装置81に示すように、ガラス基板2の反射膜7の上に赤、緑、青の光を透過するカラーフィルタ層82を有する実施形態について説明する。反射型液晶表示装置81は、実施形態1である反射型液晶表示装置31とほぼ同じように構成されるが、ガラス基板2の反射膜7の上に赤、緑、青の光を透過する顔料分散方式のカラーフィルタ層82を形成することを特徴とする。カラーフィルタ層82は、赤のカラーフィルタ83、緑のカラーフィルタ84及び青のカラーフィルタ85がそれぞれ1絵素中の単一の画素に対応し、その間にブラックマトリックス86を並置し、さらに赤、緑、青のカラーフィルタがストライプ状に配列されている。そして、カラーフィルタ層82の上に平坦化膜87を形成し、その上に透明電極88を形成し、表示電極とした。液晶層13には実施形態1と同じ構成を用いた。

【0061】本実施形態ではカラーフィルタ層82には顔料分散法を適用し、以下のようにして作製した。まず、透明な感光性樹脂の中に赤色の顔料が均一に分散された感光性着色レジストを、ガラス基板2上の反射面7が形成された面上に塗布した。ここでは、富士ハントエレクトロニクスティクノロジー(株)社製のCR2000をスピンドル法により600回転で2.0μm形成した。その後、80°Cでプリペークし、所定のマスクを用いて露光、現像し、最後に220度で30分ペークし赤のパターンを形成した。さらに、富士ハントエレクトロニクスティクノロジー(株)社製のCG2000、CB2000、CK2000を同じプロセスにて、緑、青、黒

15

のパターンを形成し、カラーフィルタ層82を形成した。

【0062】本実施形態によると、一方の基板にカラー フィルタ層を形成することにより、色再現性範囲の広いマルチカラーあるいはフルカラー表示が可能となる。また、本実施形態では吸収型のカラーフィルターの例を記載したが、反射面7の代わりに、光反射タイプのカラー フィルターとして有機の体積ホログラム光学カラーフィルターあるいは無機ダイクロイックミラーも適用可能である。ただし、この場合には光反射タイプのカラーフィルターの背面に吸収層を設けることが必要である。また、光吸収型のカラーフィルター82を上基板3に形成した構成にしても同様な効果が発揮されることを確認した。

### 【0063】

【発明の効果】以上、述べたように、本発明によれば、1枚の偏光板と反射膜の間に挟持された液晶層に液晶と液晶性高分子の複合体を用いるように構成することにより、駆動電圧が比較的低く、しかも電極の一方が反射電極であっても、明状態における高分子分散液晶の白濁状態により、周囲のいわゆる映り込みを生ずることがなく、視差がなく、その上、視野角が広く、着色がない十分な明るさを有する液晶表示装置を得ることができる。

【0064】また、上述のように駆動電圧が比較的低く、バックライトが不要であるので、バックライトを備えた液晶表示装置と比較して低消費電力で且つ視認性に優れるという効果をも奏する。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の液晶表示装置1の断面図である。

【図2】液晶表示装置1の作製工程図である。

【図3】液晶表示装置1の光学的配置の説明図である。

【図4】液晶表示装置1の駆動システムの説明図である。

【図5】液晶表示装置1の電圧-反射率特性を示すグラフである。

【図6】液晶表示装置1の光学特性測定方法の説明図である。

16

【図7】液晶層13の模式図である。

【図8】液晶表示装置1の表示動作の説明図である。

【図9】本発明の第2の実施形態の液晶表示装置41の断面図である。

【図10】液晶表示装置41の凹凸反射膜45の作製工程図である。

【図11】液晶表示装置の明状態の面内方向依存性を示すグラフである。

【図12】液晶表示装置71の断面図である。

【図13】液晶表示装置71の光学的配置の説明図である。

【図14】液晶表示装置71の波長-反射率特性を示すグラフである。

【図15】液晶表示装置81の断面図である。

【図16】従来例の液晶表示装置100の断面図である。

【図17】従来例の液晶表示装置の表示動作の説明図である。

### 【符号の説明】

20 31、41、71、81、100 液晶表示装置

2、3、101、102 透明基板

4、104 偏光板

7、105 反射面

8、45 反射部材

9、11、106、107 配向膜

10、88、108 透明電極

12 シール材

13、103 液晶層

14 液晶

30 15 液晶性高分子

21 レジスト層

22 フォトマスク

42、43 突起部

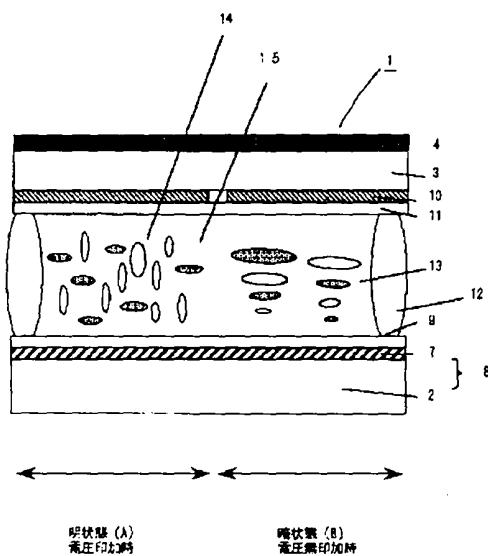
44、87 平坦化膜

72 光学補償板

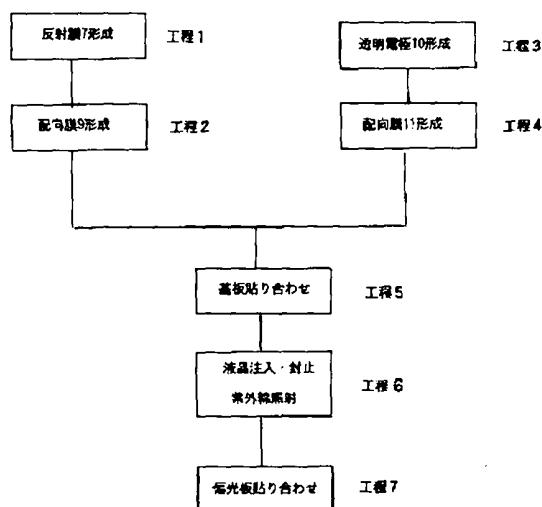
82、83、84、85 カラーフィルター

86 ブラックマトリックス

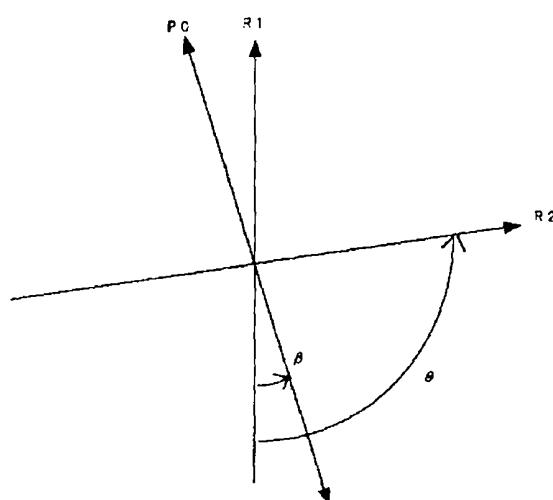
【図1】



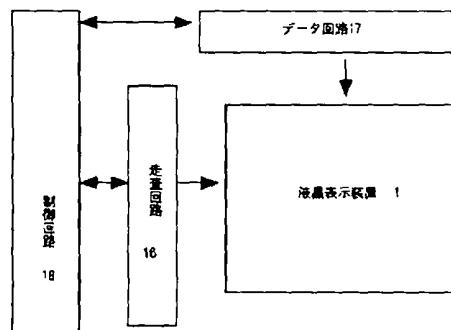
【図2】



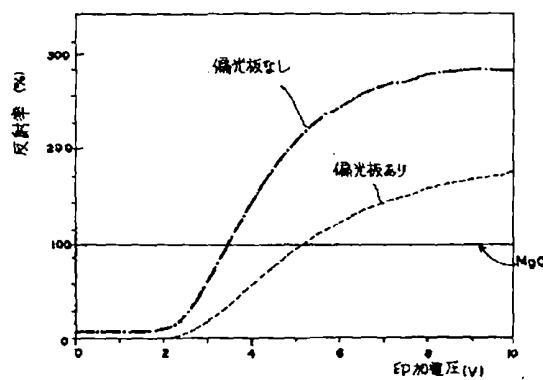
【図3】



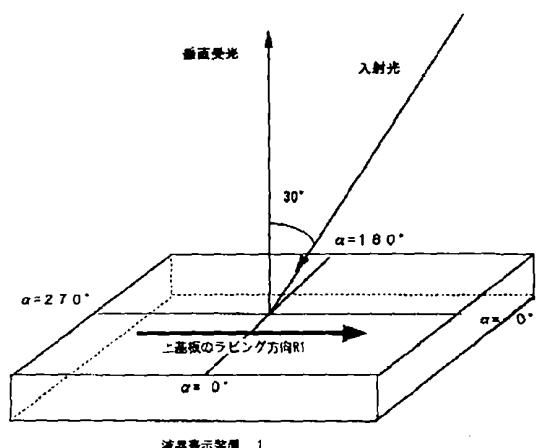
【図4】



【図5】

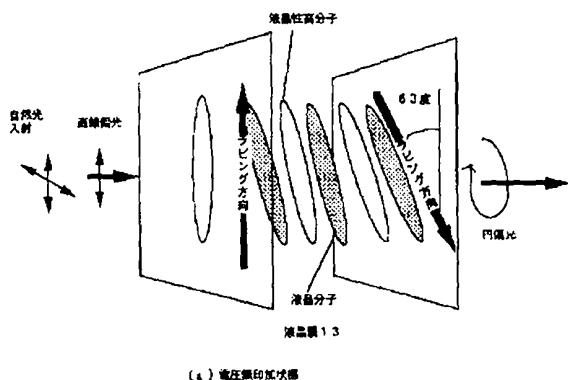


【図6】

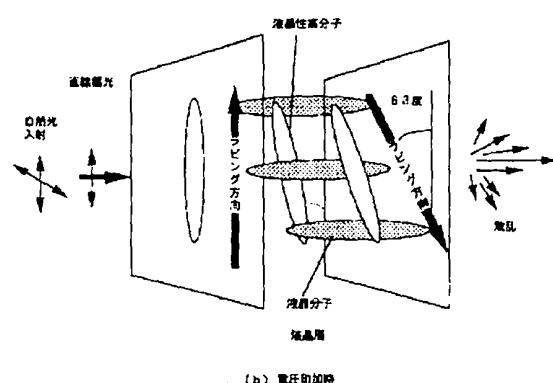


液晶表示装置 1

【図7】

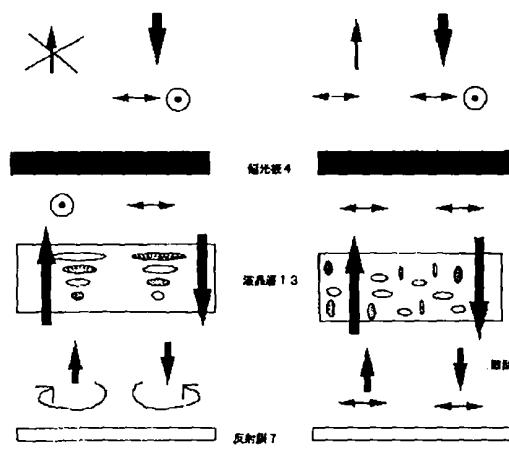


(a) 電圧印加状態

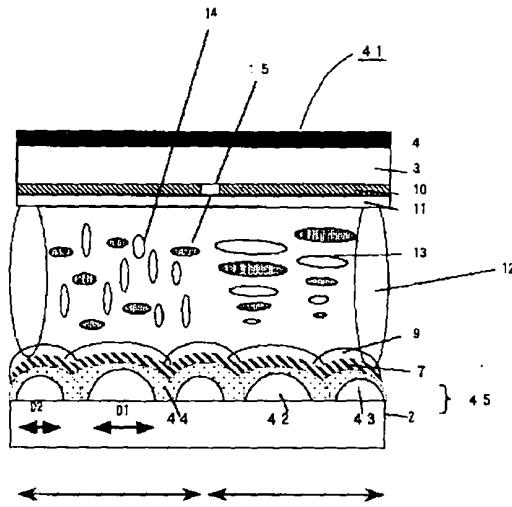


(b) 電圧印加時

【図8】

電圧印加時 (1)  
暗状態電圧印加時 (2)  
明状態

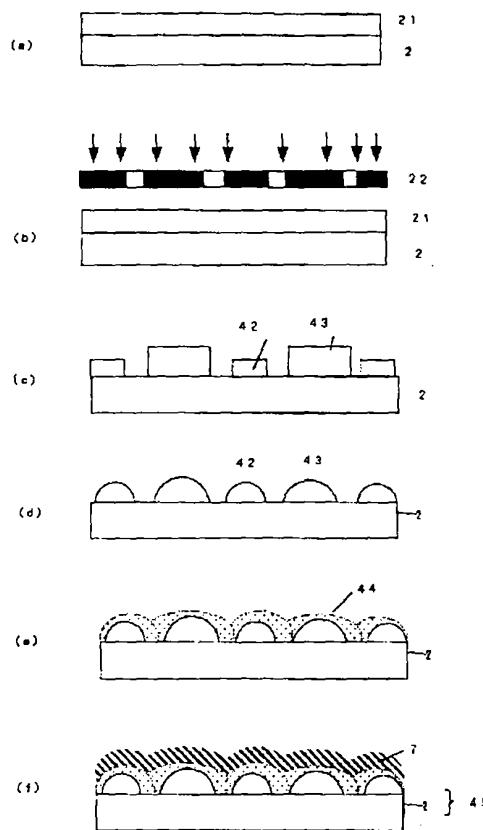
【図9】



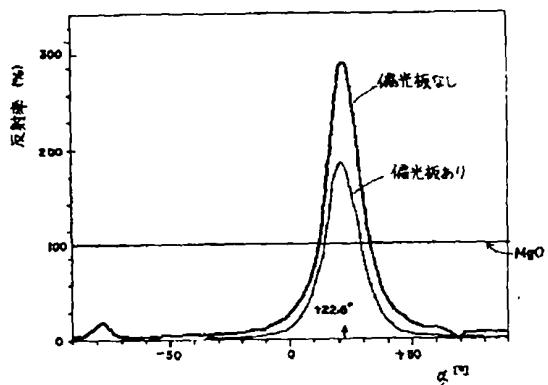
明状態 (A)

暗状態 (B)

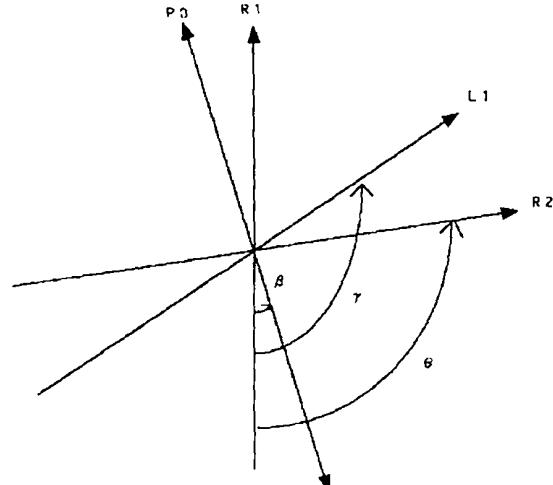
【図10】



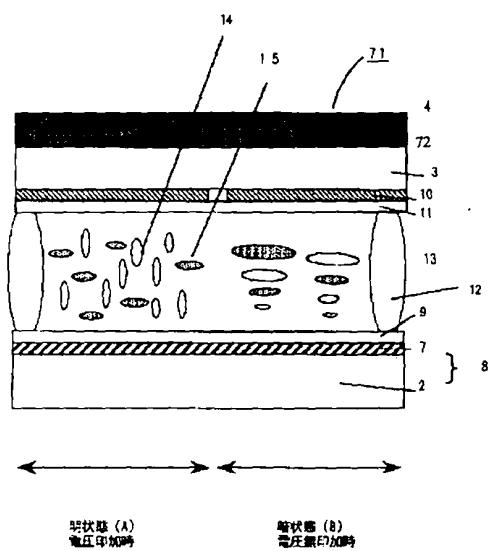
【図11】



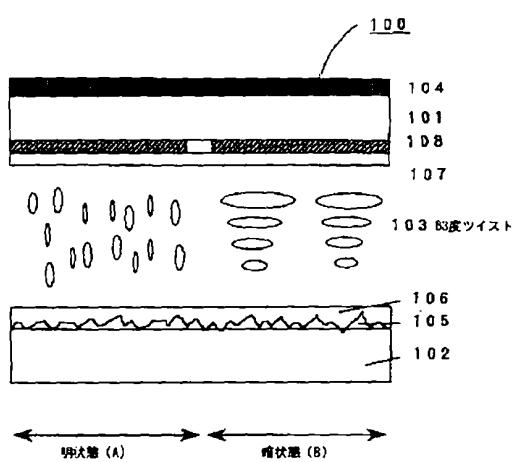
【図13】



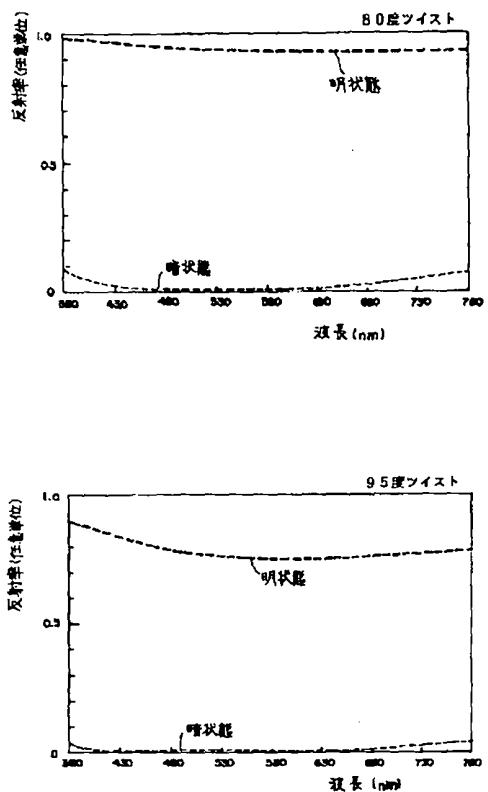
【図12】



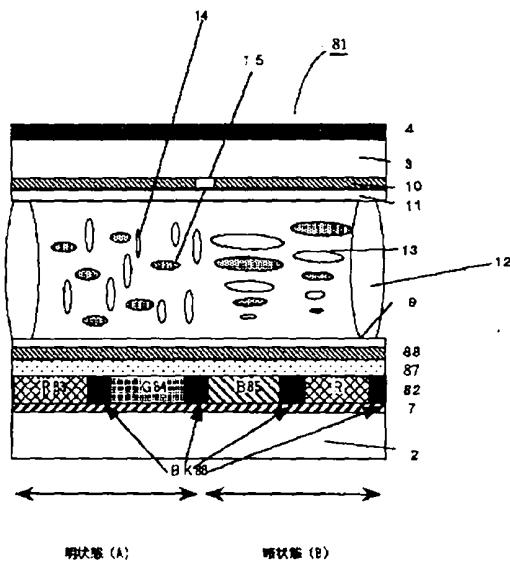
【図16】



【図14】



【図15】



【図17】

